©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Vererzungsphasen der jungen ostalpinen Erzlagerstätten

Von

Dr. Alexander Tornquist in Graz

(Mit 1 Tafel)

Vorgelegt in der Sitzung am 26. Jänner 1931

Nachdem die perimagmatischen As-Au-Erzlagerstätten der Hohen Tauern und die As-Ni-Co-Erzlagerstätten der Schladminger Tauern sowie die apomagmatischen Pb-Zn-Erzlagerstätten von Bleiberg—Kreuth in den Gailtaler Alpen und von Raibl in den Julischen Alpen als Bildungen eines und desselben Vererzungsvorganges pliozänen Alters erkannt werden konnten[1], lag es nahe, den bei diesen Lagerstätten teilweise bis ins Einzelne nachgewiesenen Phasenablauf des Vererzungsvorganges zu einander in Beziehung zu bringen.

Die chalkographische Untersuchung der Lagerstätte von Raibl hat hiefür unterdessen unerwartete Aufschlüsse gegeben[2], welche im folgenden noch durch die Untersuchung einer in neuester Zeit am Mte. Calisio bei Trient aufgeschlossenen, bisher niemals beschriebenen Gangerzformation eine Ergänzung erfahren.

In Raibl sind nach Abschluß der apomagmatischen Vererzung vom Typus Bleiberg an neu aufgebrochenen, offenbar tief reichenden Verwerferspalten Mineralisatoren von perimagmatischem Charakter lokal aufgestiegen und haben arsenhältigen Pyrit, Arsenkies und Quarz abgesetzt. Während sich die apomagmatischen silberfreien Bleierze und die aus primären Zinksulfid- und Eisenbisulfid-Gelen entstandenen Schalenblende und Markasit als Bildungen aus niedertemperierten Mineralisatoren erweisen, müssen die Arsenerze und der Quarz aus hochtemperierten Thermen ausgeschieden sein. Diese interessante Wechselbeziehung apomagmatischer und perimagmatischer Elemente in Raibl ermöglicht uns eine Parallelisierung der Vererzungsphasen der jungen, pliozänen, ostalpinen apomagmatischen und perimagmatischen Erzkörper vorzunehmen.

Die As-Vererzung in Raibl zeigt in ihrem mikroskopischen Bild eine vollkommene Übereinstimmung mit der Struktur der

---

[1] A. Tornquist, Perimagmatische Typen ostalpiner Erzlagerstätten. Diese Sitzungsber., Abt. I, Bd. 139, 1930, p. 291 und
Derselbe: Der Arsengehalt in ostalp. Blenden usw. Verhandl. d. Geol. Bundesanstalt, Wien, 1930.

[2] Derselbe, Die Vererzung der Zink-Blei-Erzlagerstätte von Raibl, Jahrb. d. Geol. Bundesanstalt, Wien, 1931, p. 143.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

As-Erzgeneration der Hohen Tauern, wie sie H. Michel[1] beschrieben und in seiner Abb. 4 wiedergegeben hat. Der Arsenkies füllt als späteres Erz die Zwickel des Pyrits aus und der Quarz erscheint teilweise in idiomorphen Säulen und teilweise in unregelmäßig begrenzten Massen im Arsenkies (meine Abb. 9 in Raibl). Die Pyrit-Arsenkies-Quarz-Generation von Raibl entspricht der gleichen Phase in der Lagerstätte der Hohen Tauern und wir haben nunmehr die Möglichkeit, die Vererzungsphasen der apomagmatischen und perimagmatischen pliozänen Erzlagerstätten in Beziehung zu bringen.

In der nachstehenden Zusammenstellung sind die Vererzungsphasen, wie sie Michel an den Hohen Tauerngängen erkannt hat, mit derjenigen, welche ich in Raibl festgestellt habe, in Parallele gebracht worden. Es sind zwei Pb-Zn-Erzgenerationen (*A* und *B*) im gesamten Vererzungsvorgang zu unterscheiden, eine ältere (*A*), welche sich in der apomagmatischen Zone erhalten hat, und eine spätere (*B*), welche nur in der perimagmatischen Zone auftritt und hier reich an Au und Cu ist.

Die ostalpinen pliozänen Vererzungsphasen.

		Perimagmatisch	Apomagmatisch	
		Hohen Tauern	Raibl	Bleiberg
Oberpontisch	Generation *B*	Fahlerze[2] Quarz Bleiglanz II (Ag) Blende II (Au) mit Kupferkies	○	○
		Tektonische Bewegung		
Unterpontisch	Generation *A*	Arsenkies (Au) Quarz Pyrit ? Bleiglanz I + Blende I ? Siderit[3]	Asenkies Quarz As-Pyrit Blende I + Baryt Bleiglanz I	Anhydrit Blende I + Baryt Bleiglanz I Mg—Fe—CO_3

In dieser Zonenfolge erkennen wir die Anzeichen der »telescoped zones« der amerikanischen Lagerstättengeologen[4] wieder. Der Vererzungsvorgang hat in der perimagmatischen Zone zumindest länger angehalten als in den apomagmatischen Zonen. Nur während einer verhältnismäßig kurzen Zeit ist ein Vorstoß der Vererzung, d. h., das Vordringen schwermetallführender Mineralisatoren (telecoping) bis in das magmafernere Gebiet der apomagmatischen Zonen eingetreten. Die Vererzung hat aber im perimagmatischen Gebiet nicht nur länger gedauert, sondern sie hat vermutlich auch

[1] H. Michel, Die goldführenden Erze des Siglitz—Pochhardt—Erzwieser Gangzuges. Tschermak's Min.-petrogr. Mitt., *38*, 1925, p. 541.

[2] Wohl aszendenter Zementation.

[3] Im Glimmerschiefer.

[4] Vgl. Spurr und Lindgren. Mineral deposits, 1928, p. 139.

eher begonnen. Sie müßte im perimagmatischen Gebiet aber mit der Bildung der apomagmatischen ersten Generation (*A*) der Blei-Zinkerze eingesetzt haben. Diese Generation hat aber in den Erzkörpern der Hohen Tauern bisher nicht nachgewiesen werden können. Es erscheint wenig wahrscheinlich, daß dies, selbst wenn sie gebildet worden ist, geschehen wird, da schon in Raibl durch die nur ganz lokal auftretenden As-Erze eine überaus intensive Resorption der älteren Pb-Zn-Erze in der Arsenkiesregion festgestellt werden konnte.

Eine besondere Rolle spielen in dem vorstehenden Vererzungsschema die in der ersten Vererzungsphase auftretenden Karbonate. Es sind in der perimagmatischen Zone Siderite und in der apomagmatischen Zone Mg-Fe Karbonate (Breunnerite). In den Tauern-Erzkörpern sind die Ausscheidungen der frühesten Vererzungsphase in dem der Bildung von Gangklüften weniger holden Glimmerschiefer vorhanden geblieben, während sie in den Klüften des Zentralgranits von den später aufsteigenden Mineralisatoren während der Ausscheidung des Pyrits und Arsenkiesbildung wiederum fortgeführt worden sind. Es ist das genau die gleiche Erscheinung wie in Raibl, wo der Dolomit I und der Bleiglanz der ersten Vererzungsphase im Bereich der Raibler Schiefer erhalten geblieben sind, während diese im Bereich des Wettersteindolomits durch die nachfolgende Blende größtenteils wieder verdrängt wurden.

Bei Betrachtung des Schemas wird auch das Altersverhältnis der Lagerstätten klarer. Trotzdem sie dem gleichen Vererzungsvorgang angehören, sind die Erzkörper der Hohen Tauern zum Teil doch etwas jünger als diejenigen von Bleiberg Raibl.

Die Gangformation des Mte. Calisio bei Trient.

Eine Lagerstätte, welche die Verhältnisse apo- und perimagmatischer Vererzung in weit höherem Maße in sich vereinigt wie Raibl, ist diejenige des Mte. Calisio. Die der nachfolgenden Untersuchung zugrundeliegenden Erze von Nogaré verdanke ich dem Leiter des Bergbaues Herrn Ing. J. Burger. Ein weites Revier nördlich, südlich und östlich von Trient, vom Etschtal bis zum kleinen Fiorozzo-Tal im O in einer Ausdehnung von 12×15 *km*, ist von metasomatisch entstandenen Erzlagern und ihren Zubringern, der Erzgangformation, durchzogen. Das Haupterz ist in beiden Lagerstättentypen ein sehr Ag-reicher Bleiglanz. Die Alten, vor allem die Römer haben hier einen überaus intensiven Bergbau betrieben, über welchen Canaval ausführlich berichtet. In den Lagerstättenbeschreibungen von Trener[1] und Canaval[2] sind ausschließlich die

[1] G. B. Trener, Das Barytvorkommen vom Mte. Calisio usw. Jahrb. der Geol. R.-A. Wien, *58*, 1908.

[2] R. Canaval, Das Vorkommen silberhältiger Bleierze vom Calesberg (Mte. Calisio) bei Trient. Zeitschr. f. prakt. Geol., 1916.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

metasomatischen Erzlager behandelt worden, wenn auch das Vorhandensein einer Gangformation von Canaval nach älteren Autoren erwähnt wird.

Die Erzlager treten im Bellerophonkalk auf, in mergeligen und in oolithischen Kalken. Ihre Füllung besteht vornehmlich aus Baryt und Bleiglanz. Canaval gibt daneben Kupferkies und Breunnerit und nur als wahrscheinlich das Vorhandensein von Zinkblende an. Der Ag-Gehalt des Bleiglanz aus den Mergelkalken wird von Trener mit 2000 bis 4000 *g* pro Tonne Bleierz, derjenige aus den oolithischen Bänken mit 8000 bis 1100 *g* pro Tonne angegeben. Der Baryt ist eine apomagmatische Gangart, der sehr hohe Ag-Gehalt des Bleiglanz stellt dagegen eine Erscheinung dar, welche apomagmatischen Lagerstätten der Ostalpen fremd ist. Trener hielt die Erzlager für syngenetisch und führte ihre Entstehung auf submarine vulkanische Exhalationen im Permmeer zurück, er nahm aber eine sekundäre Anreicherung des primär im Kalk imprägniert gewesenen Erzes an unter metasomatischer Verdrängung. Pošepny[1] hatte aber bereits früher epigenetische Vererzung durch spätere aszendente Mineralisatoren angenommen und schon auf die vom Lager ins Liegende gehenden vererzten Gangspalten hingewiesen, in denen er aber ebenfalls nur Baryt und Bleiglanz feststellte. In den Lagern tritt stellenweise auch »schichtige Metasomatose«, wechsellagernde Schichten von Kalk und Baryt auf, welche Trener, der in ihr primäre Wechsellagerung erblickte, allerdings in der Annahme epigenetischer Entstehung bestärkte.

Die Gangformation von Nogaré im östlichen Teil des Erzrevieres tritt im unterpermischen Quarzporphyr, tief unter den Erzlagern auf. Die Untersuchung der Erze ließ keinen Zweifel darüber, daß diese Erzgänge die Zubringer der metasomatischen Lager darstellen, daß ihre Füllung rein aszendenter hydrothermaler Entstehung ist und somit die Auffassung Pošepny's die allein zutreffende ist. Die Erzgänge von Nogaré, denen sich solche, welche bei S. Orsola, Fiorrozzo und Faido, alle im östlichsten Teil des großen Erzrevieres gelegen, bekannt sind, anschließen, bilden ein Kluftsystem, welches teilweise Verwerfern in judikarischer Richtung in $1^1/_2$ *h* folgt, teilweise in 3 *h* spitzwinkelig hiezu verläuft.

Der bisher bei Nogaré aufgeschlossene Gang mit 3 *h*-Streichen zeigte reichlich Arsenkies, Pyrit und Bleiglanz mit Quarz als Gangart, daneben Blende und Kupferkies und einige nur mikroskopisch feststellbare seltene Erze. Der Hauptgang mit $1^1/_2$ *h*-Streichen, dagegen Bleiglanz, Blende, Kupferkies und Pyrit. Der Arsenkies enthält nach Mitteilung des HerrnIng. Burger 8 *g* Au pro Tonne Arsenkies, eine Prüfung auf Ni, welche Herr Dr. Ing. O. Friedrich bei mir durchführte, verlief negativ. Diese Erze zeigen apomagmatische, überwiegend aber perimagmatische Merkmale, während die

[1] F. Posepny, Über die Genesis der Erzlagerstätten. Jahrb. d. Bergakademie Leoben, 1895, p. 162.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Erze der höher im Bellerophonkalke gelegenen metasomatischen Lager eher apomagmatisch sind.

Die Unterschiede in der Erzführung beider Gangstreichen in der oberen Sohle des derzeitigen Stollenbaues gleichen sich nach der Tiefe aus. Der Arsenkiesgang nimmt nach der Tiefe zu Bleiglanz auf, wird damit immer arsenkiesärmer, so daß seine Erzführung derjenigen des Hauptganges mit judikarischem Streichen immer ähnlicher wird. Die mikroskopische Untersuchung der Erzstufen beider Gangstreichen unter dem Opak-Illuminator läßt das Vorhandensein aller vorgenannten Erze in übereinstimmender Ausbildung in beiden Ganggruppen erkennen. Die Vererzung beider Gangstreichen muß demnach gleichzeitig erfolgt sein. Von besonderem Interesse ist, daß das mikroskopische Strukturbild der Erze ihre Sukzession sehr klar erkennen läßt, so daß die Beziehungen der apomagmatischen und perimagmatischen Komponenten in dieser Lagerstätte verfolgt werden können.

Die in den bisherigen Aufschlüssen erkannte schnelle Änderung in der Erzfüllung beider Gangstreichen entspricht, wie es auch bei dem geringen Tiefenunterschiede der derzeitigen Aufschlüsse nicht anders zu erwarten ist, offenbar keiner regelmäßigen Stockwerkverteilung. Es werden mit zunehmenden Tiefen vorerst im Arsenkiesgang immer wieder arsenkiesreiche und zugleich bleiglanzarme mit arsenkiesarmen und bleiglanzreichen Gangteilen abwechseln, den gleichen Wechsel dürfte die Blende aufweisen. Dort, wo der Hauptgang in den liegenden Phyllit eintritt, soll er vertauben, die Art dieser Vertaubung konnte bisher noch nicht festgestellt werden es kann sich um eine Verdrückung des Ganges oder um ein Vorherrschen tauber Gangart handeln.

Die Nogaré-Gangformation ist eine ausgesprochene As-Vererzung, nach Trinker und Canaval tritt dieselbe auch in Cinque valli und Terlan auf, dürfte also im permischen Quarzporphyrgebiet östlich Judikariens weiter verbreitet sein. Wenn diese Vererzung auch mit der Vererzung der Hohen Tauern in keine Verbindung zu bringen ist, so sind die Vererzungsbilder beider Lagerstättentypen einander doch verwandt, es sind aber auch deutliche Unterschiede vorhanden. Über das Alter der Mte. Calisio-Vererzung kann vorläufig wenig gesagt werden, der Mangel an dynamischer Beeinflussung der Lagerstätte, welcher nicht nur in den Karbonaten der Erzlager, sondern auch in den durch Druck nicht beeinflußten Zügen schönster Stengelquarze zum Ausdruck kommt, macht ein junges Alter durchaus wahrscheinlich. Am nächsten läge es, die Vererzung mit dem in Judikarien und bis ins Vicentin verbreiteten Basaltvulkanismus der Eozänzeit, aus welchem gerade nördlich von Trient ansehnliche Basalttuffe auftreten, in Verbindung zu bringen, andrerseits erscheint aber ein jüngeres Alter der Vererzung in Anbetracht des judikarischen Streichens der Hauptgänge, also ein postoligozänes Alter wahrscheinlicher.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die chalkographische Untersuchung läßt als ältestes Erz einen in den Lagerstätten wohl verbreiteten, aber nirgends mehr in erheblicher Anreicherung auftretenden Pyrit erkennen. Dieser zeigt nur selten noch die ursprünglich idiomorphe Würfel- und Dodekaederform, er ist in verschiedenen, später auf ihn folgenden Vererzungsphasen einem Verbruch und wiederholt einer intensiven Resorption unterlegen. Sehr auffallend ist eine in derber Blende auftretende Pyritbreccie, in welcher unregelmäßig begrenzte Pyritkörper von einem aus Blende und Quarz bestehenden Zement eingeschlossen sind. Die Umgrenzung der Pyritindividuen ist meist ebenflächig ohne Resorptionsmerkmale, sie weist auf Zerbruch hin. Entweder ist auf den Gängen nach der Bildung des Pyrites eine Bewegung eingetreten, welche zur Zertrümmerung der Pyritzüge geführt hat, oder, was ich für wahrscheinlicher halte, sind zugleich mit dem Pyrit in der I. Vererzungsphase wie so häufig Ca-, Mg-, Fe-Karbonate ausgeschieden worden, von denen aber heute keine Spur mehr vorhanden ist und welche bereits von den hochtemperierten Mineralisatoren der folgenden Blende-Quarz-Vererzung wieder fortgeführt worden sind, während die in den Karbonaten eingeschlossen gewesenen Pyritindividuen in teilweise intaktem, teilweise zerbrochenem Zustand in der Lagerstätte verblieben und durch Blende und Quarz verkittet wurden.

In der folgenden II. Vererzungsphase wurde sehr reichlich Blende und gleichzeitig viel Quarz gebildet. Von dieser ersten Quarzgeneration (Quarz I) ist die Blende stellenweise dicht durchsetzt, der Quarz bildet in ihr teilweise rosenkranzförmig aneinander gereihte, gerundete Partien, welche gleichzeitige Bildung beider Minerale anzeigen. Da krystalline Begrenzung dieser Quarzgeneration I fehlt, so dürfte ihre Ausscheidung als Gel erfolgt sein. Die Blende zeigt in Ausbrüchen u. d. O. I. M. dunkelrotbraune Reflexe, sie zeigt bei der Ätzung mit schwefelsaurem Kaliumpermanganat die von Schneiderhöhn auf seiner Abb. 84[1] wiedergegebene rhombendodekaedrische Ätzspaltbarkeit. In der Blende sind teilweise sehr reiche Einschlüsse vorhanden. Kupferkies findet sich verbreitet in jenen feinsten Einsprenglingen (0·0001 *mm*, bei 200 × ver. erst gut wahrnehmbar), wie sie in perimagmatischen oder bei hochtemperiert umkrystallisierten Blenden sehr verbreitet sind und von Schneiderhöhn und Frébold als Entmischungen gedeutet wurden (vgl. Abb. 1).

In der Gangformation von Nogaré sind diese Kupferkieseinsprenglinge besonders dort dicht und zahlreich, wo die Blende später mit Arsenkies in Kontakt gekommen ist. Ihr Auftreten steht aber auch mit dem Kontakt der Blende gegen den ebenfalls später gebildeten Bleiglanz in Beziehung. Der Kupferkies bildet in der Blende meist Tröpfchen und Fähnchen, seltener krystallin begrenzte Massen, eine Anordnung nach Krystallrichtungen in der Blende ist nicht erkennbar. Am Kontakt mit Bleiglanz treten

[1] Anleitung zur mikroskopischen Bestimmung von Erzen, 1922, p. 163.

an der Blendeoberfläche oder in tief in die Blende eingreifenden Buchten auch derbe größere Kupferkiesmassen von mehr als 1 *cm* Länge auf. Die Bildung dieser Kupferkiesausscheidungen werden später zu besprechen sein, das Cu kann der Blende bei ihrer primären Bildung nicht angehört haben. Neben Kupferkies kommt seltener Silberglanz in der Blende vor, er tritt in langen, gewundenen, feinst verzweigten Äderchen auf, welche in ihrer Erscheinung ebenfalls auf eine später erfolgte Bildung hinweisen. Selten findet sich Ag_2S auch in Form von Tröpfchen und Fähnchen in der Blende eingeschlossen. Wir kommen auch auf die Bildung des Silberglanz zurück.

In der folgenden III. Vererzungsphase erfolgte der Absatz des Arsenkies, welcher von einer neuerlichen Quarzgeneration (Quarz-II) begleitet wurde. Es beginnt in dieser Phase die Zufuhr von Edelmetall, der Au-Gehalt des Arsenkies wurde schon oben erwähnt. Der Arsenkies ist körnig-krystallin, er zeigt eine überaus helle Reflektion unter dem Opak-Illuminator und sehr deutliche anisotrope Polarisationseffekte. Dieser Quarz-II ist stets krystallin begrenzt im Gegensatz zum Quarz-I. Inmitten des Arsenkies treten idiomorphe sechsseitige Säulen auf, oder — wie es die Abb. 2 zeigt — füllt der Quarz-II die Zwischenräume zwischen den Arsenkiesprismen aus. Sehr bemerkenswert ist die überaus starke Resorption, welche die Blende zugleich mit der Ausscheidung des Arsenkies erfährt. In den oberen Stufen des Hauptganges bildet die Blende große derbe Züge, welche frei von Arsenkies sind, dagegen sind in den Arsenkiesregionen des 3 *h*-Ganges (Abb. 2) nur noch isolierte Resorptionsreste von Blende in den hier vorhandenen dichten Arsenkieszügen vorhanden. Die Anordnung der Kupferkieseinsprenglinge an der Randzone der Blende gegen den Arsenkies stellt eine bemerkenswerte Erscheinung dar. In der Mitte der Abb. 2 zeigt ein Blende-Resorptionsrest gegen den Quarzkontakt keinen Kupferkies, wohl aber dicht gestellte Kupferkieseinsprenglinge gegen den Arsenkieskontakt. Das gleiche Bildfeld enthält auch links unten eine größere Blendepartie, in welcher die Kupferkieseinsprenglinge ebenfalls auf die Randzone gegen Arsenkies beschränkt sind. Diese Verhältnisse führen zwangsweise zur Annahme, daß zur Zeit der Arsenkiesausscheidung eine gleichzeitige Aufnahme von Cu durch die Blende erfolgt ist, diese Cu-Aufnahme muß durch die Blende besonders in ihrer äußeren Randzone in fester Form erfolgt sein. Die III. Vererzungsphase mit der Ausscheidung des Arsenkies und des reichlichen Quarzes und die Zufuhr von Edelmetall dürfte die höchst temperierte des gesamten Vererzungsvorganges gewesen sein. Die nachfolgende Abkühlung der Lagerstätte führte dann — und ich schließe mich hier vollständig der Auffassung von Schneiderhöhn[1] an — zur Entmischung und Ausscheidung von Kupferkiesovoiden.

[1] Metall und Erz, 1922, p. 517, und Anleitung zur Bestimmung von Erzen, 1922, p. 100 und 167.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Demnach ist auch die Cu-Zufuhr in die Lagerstätte der Hauptsache nach zur Zeit der Arsenkiesentstehung erfolgt. Wir finden in der Lagerstätte von Nogaré genau die Verhältnisse vor, welche Ramdohr[1] im Jahre 1924 theoretisch forderte und schon selbst teilweise durch Beobachtung bestätigen konnte, nämlich den Vorgang einer Entmischung der Blende von Kupferkies, welche von ihr randlich bei höherer Temperatur aufgenommen worden war. Wir können heute bestätigen, daß diese Erscheinung von Kupferkieseinsprenglingen in Blende vor allem für die perimagmatischen Blenden in Erzlagerstätten bezeichnend ist. Ramdohr[1] erwähnt die Anreicherung von Kupferkies in der Blende vom Schneeberg in Tirol und vom Pfundererberg gegen den Kontakt von Kupferkies. Es ist das eine ähnliche Erscheinung, über welche demnächst Dr. E. Clar eingehender berichten wird. Beweise für die Leichtigkeit, mit welcher Kupferverbindungen in Sphalerit eindringen, haben kürzlich die interessanten Versuche von James C. Ray[2] erbracht.

Für die Klärung der Vererzungsvorgänge bei der Entstehung der ostalpinen perimagmatischen Lagerstätten ist der nunmehr erbrachte Nachweis von Wichtigkeit, daß der Cu-Gehalt der perimagmatischen Blende nicht aus der Ausscheidungszeit der Blende selbst stammt, sondern erst zur Zeit der Arsenkiesbildung in die Lagerstätte — und zwar zusammen mit dem Eintritt der Edelmetalle — eingetreten ist.

Die IV. Vererzungsphase ist durch den Eintritt des Haupterzes, des hochsilberhältigen Bleiglanzes, ausgezeichnet, mit welchem sich eine ihrer Menge nach geringe Quarzausscheidung (Quarz III) vollzog. Zu dieser Zeit wurde die Au-Förderung der III. Vererzungsphase durch eine so starke Ag-Förderung abgelöst, daß die große Menge des nunmehr gebildeten Bleiglanzes die Silbermenge nicht mehr in sich aufnehmen konnte, so daß es inmitten des Bleiglanzes zur Ausscheidung reichlicher Silberglanzpartien von krystalliner Umgrenzung gekommen ist. Die kleinen, bis 0·01 *mm* großen Ag^2S-Partien werden auf dem mit HCl schwarz geätzten Bleiglanz als lichtweiß reflektierende Partikelchen deutlich wahrnehmbar, sie sind aber als lichtgrau reflektierende, weiche Erzeinschlüsse auch im nicht geätzten Bleiglanzanschliff bei starker Vergrößerung (Objektiv 5) schon wahrnehmbar. Nur selten sind »Fähnchen« von Silberglanz ohne krystalline Umgrenzung zu erkennen. Krystalle in Säulenform, manchmal mit Resorptionsspuren, treten häufig auf. An der Kontaktzone des Bleiglanzes gegen Blende treten häufig Kupferkieszonen auf, welche sich mit dem Bleiglanz auch in die Blende hineinziehen können (vgl. Abb. 1); wir sehen dort Silberglanztröpfchen am Rand des Kupferkies im Bleiglanz, seltener auch im Kupferkies auftreten.

[1] Beobachtungen an opaken Erzen. Archiv f. Lagerstättenforschung, Heft 34, Berlin, 1924, p. 6.

[2] Synthetic sulphide replacement of ore minerals. Econ. Geol., *25*, 1930, p. 433.

Der Bleiglanz verdrängt alle vorher gebildeten Erze in überaus intensiver Weise, nicht nur die Blende, in welche er in tiefen Taschen eingreift, sondern auch den Arsenkies, welcher in Zonen, welche aus Resorptionsresten dieses Kieses — in den teilweise noch Blende eingeschlossen ist — bestehen, den Bleiglanz durchzieht (Abb. 3). Bei der Resorption der Blende wird das Zinksulfid offenbar viel leichter metasomatisch fortgeführt als der Kupferkies; der letztere verbleibt am Rand der Blende, wie oben beschrieben, und kann auch in den Taschen der Blende größere Aggregate hinterlassen. Der Kupferkies ist mit dem Arsenkies in die Lagerstätte eingetreten, seine Anreicherung an der Grenze Blende/Bleiglanz erfolgte erst zur Zeit der Bildung des Bleiglanzes. Es ist wahrscheinlich, daß die oben beschriebenen, winzig feinen Silberglanzadern in der Blende, ebenfalls aus dieser Vererzungsphase stammen. Da ihnen spätere Quarzzüge gefolgt sind, so können sie kaum Zementationserze sein. Die Quarzausscheidung hat die Bleiglanzbildung überdauert; ein jüngster Quarz V durchsetzt stellenweise die ganze Lagerstätte netzartig, stellenweise folgt er auch den Grenzen der Erze.

Endergebnis.

Die Bleiglanz-Arsenkies-Lagerstätte des Mte. Calisio bei Trient zeigt nahe Verwandtschaft mit der pliozänen perimagmatischen As-Au-Vererzung der Hohen Tauern, trotzdem sie mit ihr nicht in direkte Verbindung zu bringen ist. Die chalkographische Untersuchung ergab, daß sich die zunächst als wesentlich erscheinenden Unterschiede beider Lagerstätten bei genauer Kenntnis als von sekundärer Bedeutung erweisen. Im allgemeinen zeigt die Lagerstätte des Mte. Calisio noch ausgeprägte apomagmatische Charaktere inmitten der überwiegend perimagmatischen Erzfüllung.

1. Der große Silbergehalt der Calisio-Erze wird durch die außerordentlich reichliche Förderung von perimagmatischen Bleierzen II in die Lagerstätte, welche wie stets von viel Ag begleitet sind, bedingt; dem Bleiglanz gegenüber ist der Au-hältige Arsenkies nur lokal angereichert. In den Hohen Tauern ist das Mengenverhältnis der beiden Sulfide ein umgekehrtes und darauf das abweichende Mengenverhältnis von Ag und Au in beiden Lagerstätten zum großen Teil zurückzuführen.

2. In den Mte. Calisio-Erzen ließ sich nachweisen, daß die Edelmetall- und auch die Kupferförderung durch die Mineralisatoren in die Lagerstätte erst mit dem Erscheinen des Arsenkies begonnen hat. Die früher gebildete Zinkblende wurde nachträglich an Cu- und Ag-Erzen angereichert. Die Reihenfolge des Erscheinens dieser Metalle in der Lagerstätte ist: Cu und Au, sodann Ag.

3. In den Mte. Calisio-Erzen ist eine vor dem Arsenkies gebildete Blende vorhanden, welche in den Tauernerzen nicht bekannt ist, deren einstiges Vorhandensein aber auch dort als wahr-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

scheinlich angenommen wurde, vgl. Schema p. 220. Bleiglanz ist in beiden Lagerstätten nur aus der auf die Arsenkiesbildung folgenden Vererzungsphase nachgewiesen.

4. Die Untersuchung der Calisio-Erze bestätigt daher im ganzen die aus der chalkographischen Untersuchung der Raibler Lagerstätte gezogenen Folgerungen und ihre Anwendung auf die zu dieser gehörigen perimagmatischen Lagerstätte der Hohen Tauern, daß sich in den tertiären ostalpinen, durch überwiegendes Auftreten von Arsenerzen ausgezeichneten Vererzungssystemen zwei Generationen von Pb-Zn-Erzen vorfinden: im Sinne des Schemas auf p. 220 eine ältere Generation (*A*), welche allein die Erzfüllung der apomagmatischen Lagerstätten bestreitet, im perimagmatischen Bereich aber während der Bildung der später erscheinenden As-Erze wieder resorbiert wurde, und eine jüngere Generation (*B*), welche nur im perimagmatischen Bereich auftritt. In die Zeit zwischen der Ausscheidung dieser beiden Pb-Zn-Generationen fällt die Bildung des Arsenkies. Mit diesem setzt die Hauptzufuhr der Edelmetalle in die perimagmatische Lagerstätte ein, welche aber während der Ausscheidung der jüngeren Zn-Pb-Erzgeneration (*B*) noch anhält. Zu diesem Schema würde die Untersuchung anderer pliozäner Erzlagerstätten der Ostalpen weitere Beiträge ergeben.

5. Unterschiede in der Erzfüllung verschiedener Lagerstättenteile, so in der Erzfüllung der metasomatischen Lager und ihrer Zubringer, der Erzgangformation, oder der Erzgangformation in den verschiedenen Gangstreichen oder je nach der Beschaffenheit des Trägergesteins (Schiefer oder Kalk, Phyllit oder Porphyr, Glimmerschiefer oder Zentralgranit) sind der Hauptsache nach auf die wechselnde Anteilnahme der Erze der verschiedenen Vererzungsphasen am Aufbau der einzelnen Teile der Erzkörper zurückzuführen. Beispiele: In Raibel: am Schiefer vorwiegende Vererzung während der Bleiglanzphase, dagegen in Erzdolomit während der Blendephase. In den Tauern: im Glimmerschiefer vorwiegende Vererzung durch die Siderit-Pyrit-Phase, dagegen im Zentralgranit durch die Arsenkiesphase.

6. Im Bereich von telemagmatischen Vererzungen mit weit auseinander gezogenem Temperaturgefäll ist die äußere Zone des perimagmatischen Bereiches durch besonders komplexe Erze ausgezeichnet. Hier sind Erze beider Pb-Zn-Erzgenerationen mit Arsenerzen am ersten zu erwarten, es sind zugleich die Zonen, in denen Fahlerze und Fahlerzverwandte sich in reicherer Menge einstellen. Teilweise sind diese auf aszendente Zementation zurückzuführen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tafelerklärung.

Die Mikrophotos sind von Erzanschliffen mit einem Reichert'schen Opak-Illuminatormikroskop aufgenommen.

Abb. 1. Erzstufe des Hauptganges von Nogaré (Trento), vergr. 220 ×. Zinkblenderest (dunkelgrau) in vordringendem Bleiglanz (grauweiß). Am Kontakt beider oben rechts Kupferkiespartie (lichtweiß), in tiefen Taschen in der Blende Kupferkies und Bleiglanz. In der Blende dichtgestellte Einsprenglinge von Kupferkies, im Bleiglanz zahlreiche Silberglanzeinsprenglinge (weiß). Quarz (schwarz) der I. Blendegeneration.

Abb. 2. Erzstufe des Arsenkiesganges von Nogaré, vergr. 200 ×. In Arsenkiesmasse (weiß, mit Relief), Resorptionsreste von Blende (dunkelgrau) und Quarz (schwarz) der Arsenkiesphase. In der Blende befinden sich Kupferkieseinsprenglinge besonders in der Kontaktzone gegen den Arsenkies, sie fehlen (Mitte des Blickfeldes) am Quarz und links unten im Innern der größeren Blendemassen.

Abb. 3. Erzstufe des Arsenkiesganges von Nogaré, vergr. 200 ×. Ein Erz von der Zusammensetzung in Abb. 2 ist vom jüngsten Bleiglanz (grauweiß, Würfelspaltbarkeit, die Hauptmasse bildend) durchdrungen und resorbiert worden. In der Mitte des Bildes eine Zone resorbierter Arsenkiesreste mit den Einschlüssen der noch früheren Blende (wie in Abb. 2). Im Bleiglanz reichliche idiomorph begrenzte Silberglanzaggregate (lichtweiß).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

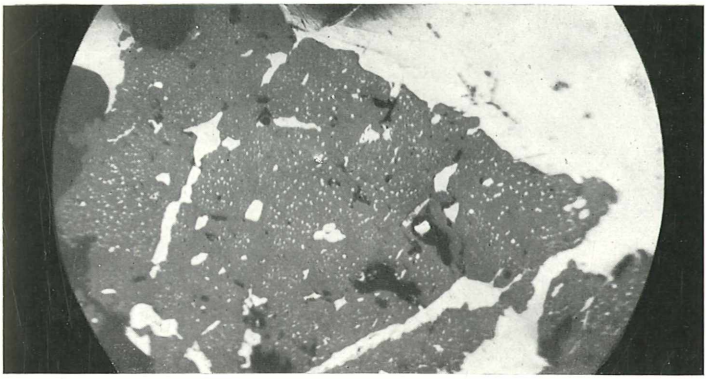

Abb. 1.

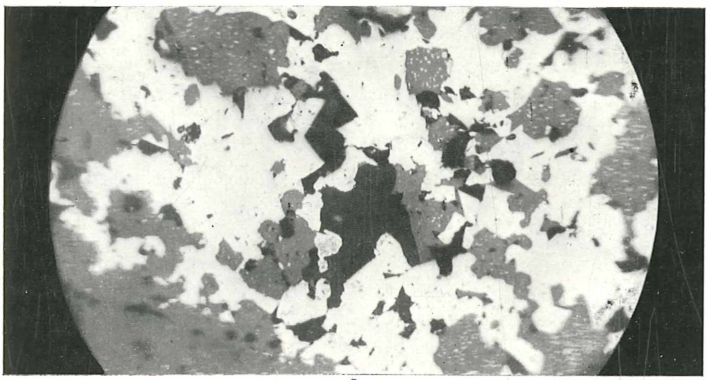

Abb. 2.

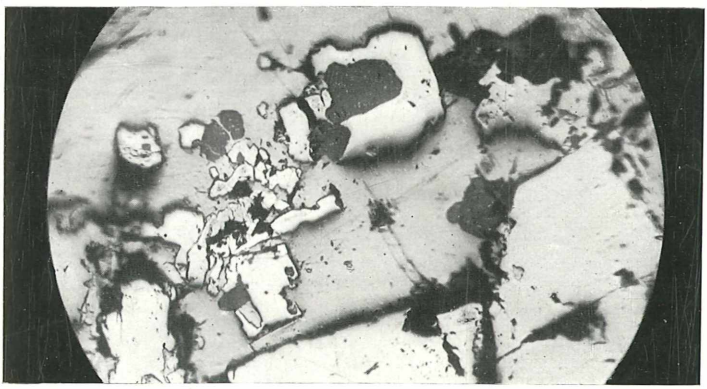

Abb. 3.